侵入梵净山群白岗岩锆石 U-Pb 年龄及白岗岩底砾岩对下江群沉积的制约

高林志[1] 戴传固[2] 丁孝忠[1] 王 敏[2] 刘燕学[1] 王雪华[2] 陈建书[2]

(1.中国地质科学院地质研究所, 北京 100037;2. 贵州地矿局地质调查院,贵州 贵阳 550005)

提要:下江群代表了新元古代末期的新裂谷沉积的起点,确定下江群的时代对新元古代构造运动有着重要的地质意义。贵州印江县地区有一套新元古代白岗岩侵入到梵净山群并被下江群覆盖,在下江群底砾岩中发现大量未经搬运的白岗岩底砾岩砾石。因此,笔者对梵净山地区的白岗岩进行锆石 U-Pb 年代测定, 获得锆石 U-Pb 年龄(835±5) Ma。该年龄对下江群沉积启动时间和下覆梵净山群的沉积上限均有时代的制约。结合下江群甲路组斑脱岩锆石 U-Pb 年龄(814±6 Ma)和考虑到武陵运动的年限,下江群沉积年代不应老于白岗岩底砾岩的年代和武陵运动的界面。

关 键 词:梵净山群;白岗岩;下江群;武陵运动;SHRIMP U-Pb

中图分类号:P597 **文献标志码**:A **文章编号**:1000-3657(2011)06-1413-08

1 引 言

黔西北和黔东南地区发育了两套巨厚的低变质绿片岩岩系,即梵净山群和下江群(板溪群),其时代一直是地质学家极为关注的基础地质问题, 它们之间的高角度不整合更是涉及武陵运动启动的性质[1]。贵州位于江南造山带的最西端[2](图 1),由于邻区(广西)侵入四堡群中的花岗岩(本洞、三防和元宝山) 年龄分别为 (820±7)Ma、(825±6)Ma、(824±4) Ma[3];来自贵州境内侵入四堡群的摩天岭花岗岩的锆石 U-Pb 年龄为(826.8±5.9) Ma [4]和梵净山群的上覆地层下江群甲路组火山凝灰岩(斑脱岩)(814±6)Ma[5]已确定了新裂谷的启动时间,因此,笔者认为解决问题的关键是通过获得侵入梵净山群的白岗岩年龄来限定梵净山群的沉积上限。值得注意的是,梵净山地区发育的一套白岗岩经过武陵运动后,露出地表并受到强烈剥蚀, 成为底砾岩发育在下江群底部(芙蓉坝组)。大量未经远距离搬运的白岗岩角砾岩,为典型山间磨拉石建造。因此,本文获得的梵净山地区的白岗岩锆石 U-Pb 年龄既限定了梵净山群的上限,也是对下江群裂谷启动的界定。根据中国最新公布的新元古代地层年表, 南华系的底界年龄与国际新元古代地质年表中成冰系底界有明显不同(图 2),它涉及到新元古代拉伸系的定界。中国地层委员会强调新元古代南华系上下地层的构造关系和沉积相特征,将华南地区低变质的、具有火山凝灰岩和岩浆岩的地层定位为青白口系;而将华南地区未变质的、具有寒冷事件的或为冰碛岩的地层定为南华系。因此,涉及到中国华南地区江南造山带变质基底新元古代地层的划分和对比,特别是贵州地区梵净山群和下江群时代归属,新定义将是地学界解疑江南古陆西南段变质基底中国晚前寒武纪地层的关键。

2 白岗岩年龄

2.1 地层序列及采样层位

贵州地区印江县芙蓉坝区地层有以下特点:①黔西北梵净山地区下江群芙蓉坝组底砾岩沉积超覆于梵净山群之上(图 3-E),并且在印江县芙蓉坝地

收稿日期:2011-06-29;**改回日期**:2011-07-25

基金项目:中国地质调查局地质大调查项目(121201011120131)和科技基础性工作专项(2011FY120100)资助。

作者简介: 高林志,男,1955 年生,研究员,从事生物地层、层序地层、灾变事件地层研究;E-mail:gaolzh@cags.net.cn。

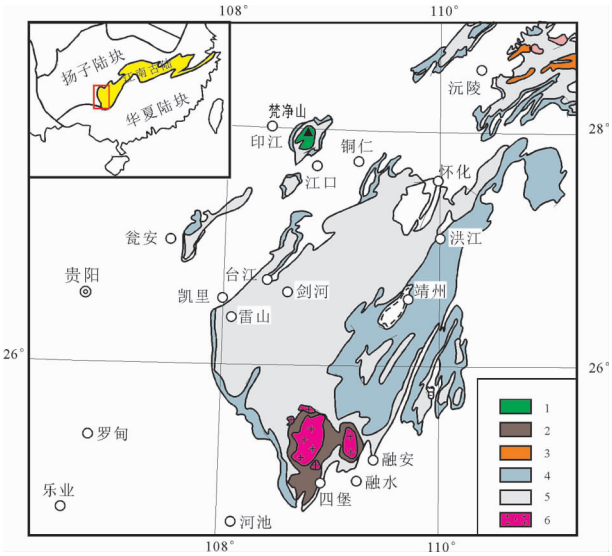


图 1 中国西南地区新元古代地层[2]

1—梵净山群;2—四堡群;3—冷家溪群;4—南华-震旦系;5—下江群;6—花岗岩

Fig.1 Geological map of Neoproterozoic in Southwest China

1-Fanjingshan Group; 2-Sibao Group; 3-Lengjiaxi Group; 4-Nanhua-Sinian systems; 5-Xiajiang Group; 6-Granite

区一套白岗岩侵入于梵净山群淘金河组之中(图 3-C-D);②在该区甲路组底砾岩沉积可见大量的下伏地层的白岗岩的砾石、变余砂岩和基性火山岩(图 3-A)。

F1048-1B-2 样品采自梵净山芙蓉坝花岗岩采石厂(图 3-C),地理坐标:北纬 27°59.025′;东经 108°41.401′,岩性为白岗岩(图 3-A-B)。白岗岩基本上由碱性长石、斜长石、石英及少量白云母、电气石和微量副矿物等构成(图 4-A-C)。碱性长石:约占样品总量 32%,结晶粒度 5.00~0.20 mm、中—细粒,板柱状(长:宽为 3:1~2:1),半自形,内部见斜长石矿物包体,具弱粘土化现象。斜长石:约占样品总量 30%,发育聚片双晶,种属为更—钠长石?结晶粒度 5.00~0.20 mm、中—细粒,板柱状(长:宽为 3:1~2:1),半自形,可为碱性长石所包含,具弱绢云母化现象。石英:约占样品总量 30%,结晶粒度 5.00~0.20mm、中—细粒,柱粒状(长:宽 3:1~2:1),他形,内见碱性长石、斜长石及电气石矿物包体。白云母:约占样品总量 4%,结晶粒度 5.00~0.20 mm、中—细粒,鳞片状,自形—半自形。电气石:约占样品总量 4%~3%,结晶粒度 5.00~0.20 mm、中—细粒,柱状(长:宽为 5:1~3:1),自形—半自形,可为石英所包含。副矿物:约占样品总量<1%,结晶粒度 0.20~0.02 mm、微粒,柱状,自形—半自形,锆石、磷灰石等。下江群甲路组底部(芙蓉坝组)砂板岩为变余粉砂质砂状结构(图 4-D),基本上由陆源碎屑及填隙物 2 部分组成,在该组陆源碎屑中获得的碎屑锆石年龄((840±5) Ma,见另文),说明武陵运动后,快速沉积中包括了下伏地层中锆石。陆源碎屑特征为:约占样品总量 67%,以粒度<1.00~0.06 mm 砂级陆源碎屑主见(以粒度 0.25~0.06 mm 细砂级陆源碎屑主见、粒度 0.50~0.25 mm 中砂级陆源碎屑少见、粒度 1.00~0.50 mm 粗砂级陆源碎屑)、粒度 0.06~0.004 mm 粉砂级陆源碎屑次见,砂级陆源碎屑:粉砂级陆源碎屑约为 7:3 或 6:4;圆状、次圆状,分选性及磨圆度均良好,成分为石英矿物屑(含量约 40%)、长石矿物屑(含量约 25%、具强绢云母化现象)及其他矿物屑(绿泥石矿物屑、黑云母矿物屑、锆石矿物屑、电气石矿物屑等,含量约 2%);碎屑矿物成熟度不佳。陆源碎屑之间填隙物特征为:约占样品总量 30%。分布较为均匀,成分为粘土矿物,粘土矿物经区域变质作用现已基本上重结晶为结晶粒度<0.01 mm,显微鳞片状绢云母变晶,长轴展布良好。

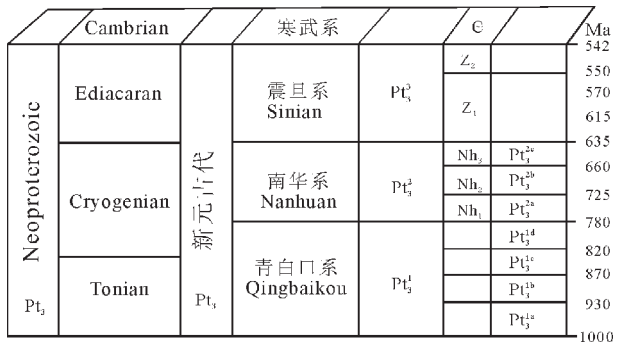


图 2 新元古代年表

Fig.2 Neoproterozoic geological time scale

2.2 分析方法

锆石 U-Pb 年龄测定在澳大利亚科学仪器公司(Australia Scientific Instruments: www.asi-pl.com) (堪培拉)的 SHRIMP-II 上进行,详细的分析流程见文献[6-7]。分别采用标准锆石 TEM 和 SL13 进行元素间的分馏校正及 U 含量标定[8-9];其中 TEM 具有 U-Pb 谐和年龄,其 $^{206}Pb/^{238}U$ 年龄为 (416.8 ±1.1) Ma,但 U、Th 及 Pb 含量不均一;SL13 的年龄为 572 Ma,^{238}U 含量为 238×10^{-6}。原始数据的处理和锆石 U-Pb 谐和图的绘制采用 Ludwig 博士编写的 Squid

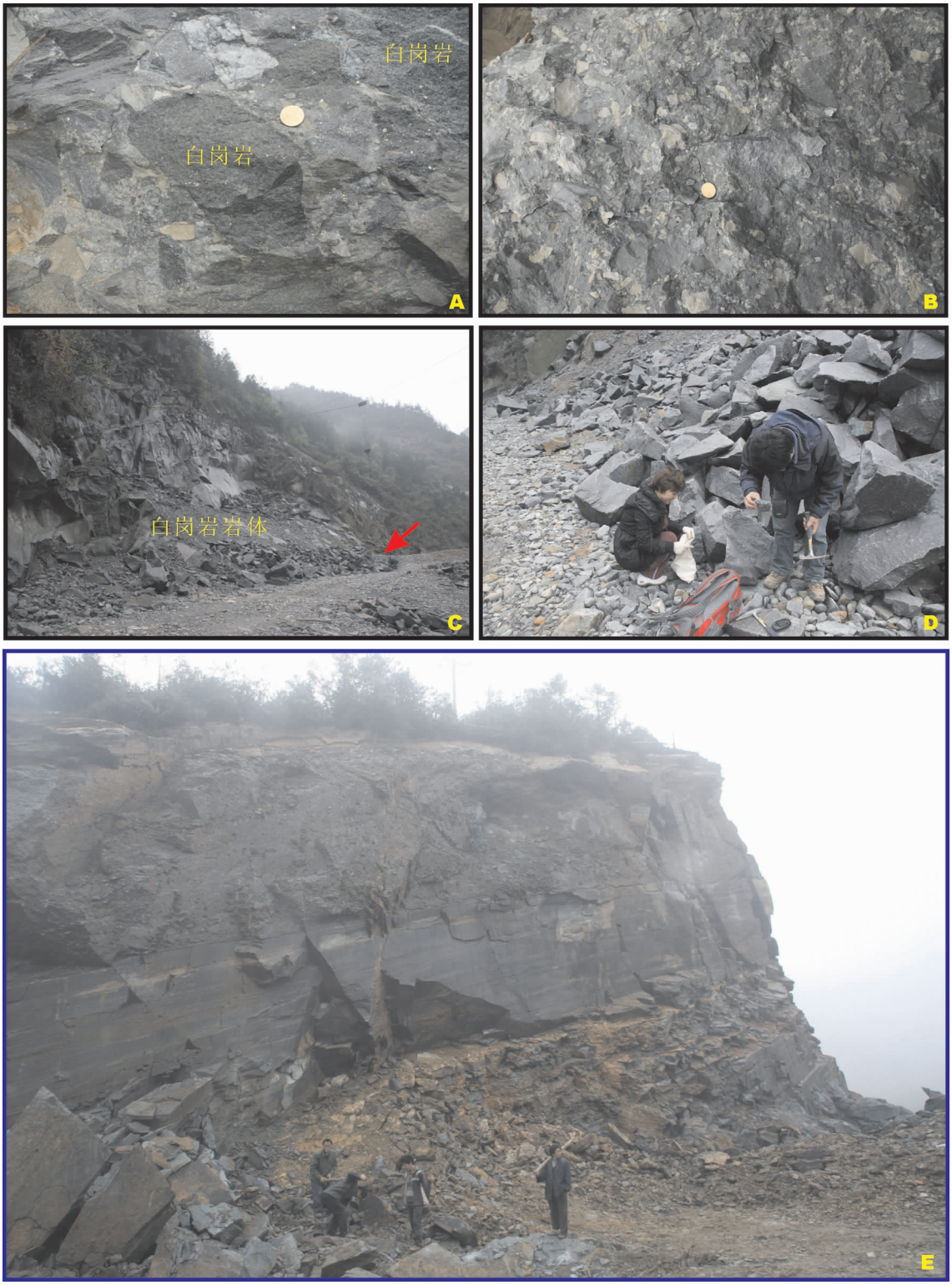


图 3　梵净山群与下江群之间的不整合和侵入梵净山群淘金河组中的白岗岩

A-B—下江群甲路组底砾岩(白岗岩),基质胶结;C—侵入梵净山群白岗岩采石场;D—白岗岩采样;E—梵净山群与下江群不整合

Fig.3　Unconformity between Fanjingshan and Xiajiang groups and granite that intruded into Taojinhe Formation, Fangjiangshan Group

A-B- Basal conglomerate of Jilu Formation, Xiajiang Group (alaskite basal conglomerate); C-D- Sample of alaskite that intruded into Fanjingshan Group; E-Unconformity between Fanjingshan Group and Xiajiang Group

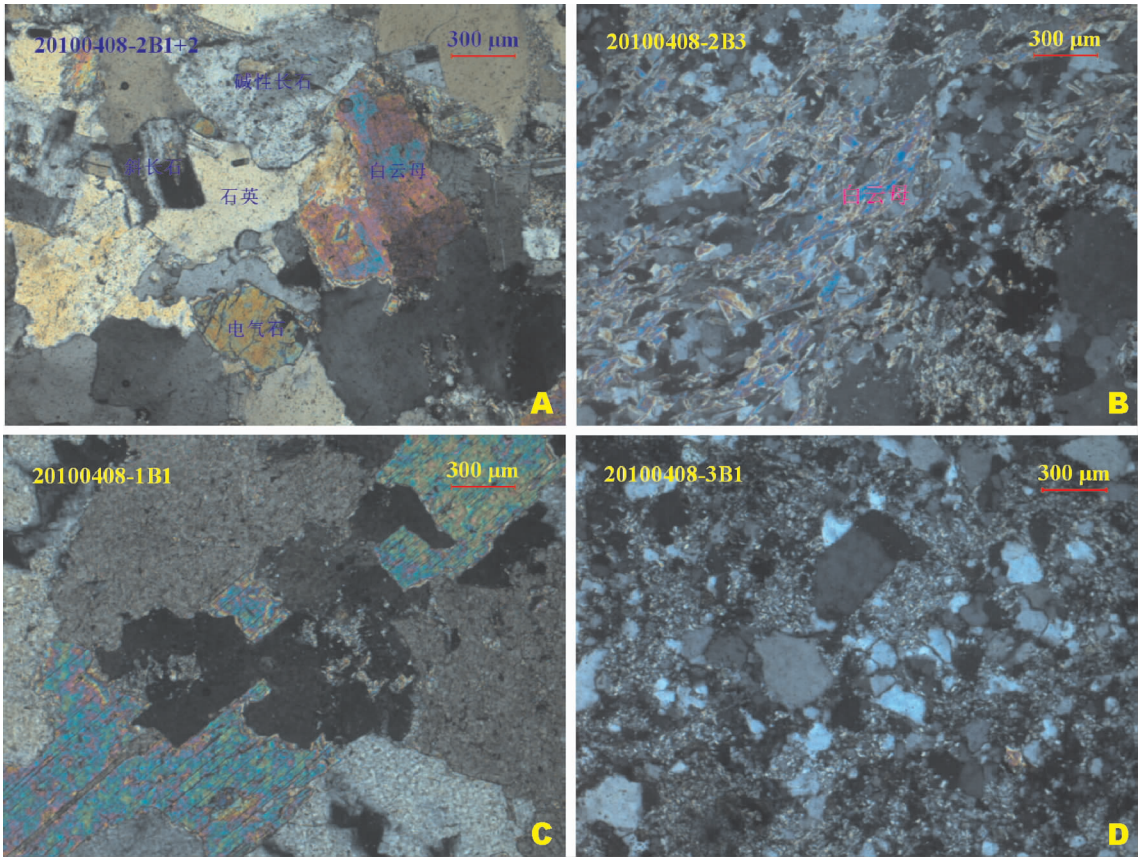


图 4 白岗岩岩石显微特征

A—B—白岗岩(正交偏光); C—白岗岩底砾岩显微照片(单偏光);

D—下江群甲路组含砾砂板岩显微照片(正交偏光)

Fig.4 Microscopic feature of alaskite (granite) that intruded into Fanjingshan Group

A-B-Alasike in thin section (crossed nicols); C- Alaskite of basal comglomerate in thin section (plainlight);

D-Pebble-bearing sandstone of Jialu Formation in thin section (crossed nicols)

和 Isoplot 程序 [10]。普通铅校正根据实测的 ^{204}Pb 进行，普通铅的组成根据 Stacey & Kramers 给出的模式计算得到[11]。数据表中，年龄的误差为 1σ 绝对误差，同位素比值的误差为 1σ 相对误差；文中所使用 $^{206}Pb/^{238}U$ 年龄加权平均值有 95%的置信度误差。

2.3 分析结果

锆石的阴极发光图像(CL)特征：所选锆石虽形态不相同，但是 CL 图像显示出典型的岩浆生长振荡环带和韵律结构，均属于岩浆结晶的产物(图 5)。锆石晶体测定位置的选取，需要结合可见光和 CL 图像，以避开锆石晶体中的裂纹和包裹体，以及避免一次离子流斑点落于不同时代的锆石区域而使得测定结果的含义不清。F1048-1B-2(白岗岩)样品的锆石晶型完好，为浅黄色-无色透明，多为长柱状晶体。锆石粒度多在 100~250 μm，柱状晶体长宽比为 2:1~3:1。大量的研究表明，岩浆锆石的 U、Th 含量较高，Th/U 比值较大 (一般大于 0.4)。白岗岩样品(F1048-1B-2) 中 20 个测点中 U 含量变化范围为 242×10^{-6}~1433×10^{-6}；Th 含量变化范围为 42×10^{-6}~358×10^{-6}；Th/U 值变化范围为 0.10~0.33(表 1)。锆石 U-Pb 年龄：白岗岩样品(F1048-1B-2)共测试了 20 个数据点。其中 3 个数据点(7.1、12.1、15.1)与其他锆石有所差异和 U 含量较高。另外 2 个数据点(14.1、18.1)可能为继承锆石。其余 15 个数据点均位于谐和线或谐和线附近(图 6)，其 $^{206}Pb/^{238}U$ 加权平均年龄为(834.9 ±5.2)Ma，对应的 MSWD =1.2。笔者将(835±5) Ma 作为白岗岩的形成时代。

3 地质意义

梵净山白岗岩锆石年龄 U-Pb (835±5) Ma 和

表 1　白岗岩样品(F1048-1B-2)锆石 SHRIMP U-Pb 年龄测定结果

Table 1　SHRIMP dating results of zircons from granite (F1048-1B-2) in Chongjiang County

测点	$^{206}Pb_c$ /%	U /10^{-6}	Th /10^{-6}	^{232}Th /^{238}U	$^{206}Pb^*$ /10^{-6}	$^{206}Pb/^{238}U$ 年龄及误差（Ma）	$^{207}Pb/^{206}Pb$ 年龄及误差（Ma）	不谐和度/%	$^{207}Pb^*/^{206}Pb^*$ ±%	$^{207}Pb^*/^{235}U$ ±%	$^{206}Pb^*/^{238}U$ ±%	误差相关系数
1.1	0.06	491	163	0.34	58.2	833±10	819±18	-2	7.247±1.3	1.264±1.5	0.1380±1.3	0.831
2.1	0.04	627	61	0.10	75.2	841±10	837±18	0	7.174±1.3	1.287±1.5	0.1394±1.3	0.835
3.1	0.34	354	78	0.23	41.4	819±10	758±33	-8	7.386±1.3	1.204±2.1	0.1354±1.3	0.641
4.1	0.04	831	162	0.20	102	857±10	812±15	-6	7.037±1.2	1.297±1.4	0.1421±1.2	0.862
5.1	0.08	431	115	0.28	51.9	845±10	815±24	-4	7.140±1.3	1.280±1.7	0.1401±1.3	0.758
6.1	0.19	445	90	0.21	52.8	834±10	769±28	-8	7.241±1.3	1.234±1.9	0.1381±1.3	0.692
7.1	0.03	1433	113	0.08	137	681±9	690±13	1	8.97 ±1.4	0.960±1.5	0.1114±1.4	0.911
8.1	0.02	1084	197	0.19	127	823±10	793±11	-4	7.343±1.2	1.232±1.3	0.1362±1.2	0.915
9.1	0.03	242	42	0.18	28.7	833±11	830±27	0	7.246±1.4	1.270±1.9	0.1380±1.4	0.724
10.1	0.27	291	70	0.25	34.3	827±10	817±26	-1	7.306±1.3	1.252±1.8	0.1369±1.3	0.731
11.1	0.06	331	85	0.27	39.6	840±10	865±20	3	7.189±1.3	1.302±1.6	0.1391±1.3	0.800
12.1	0.08	1115	358	0.33	115	732±9	765±14	4	8.31±1.2	1.073±1.4	0.1203±1.2	0.874
13.1	0.22	266	83	0.32	31.7	835±11	773±32	-8	7.228±1.3	1.239±2.0	0.1384±1.3	0.663
14.1	0.05	430	86	0.21	53.2	867±10	866±17	0	6.943±1.3	1.348±1.5	0.1440±1.3	0.848
15.1	0.03	766	112	0.15	68.2	635±8	753±16	16	9.65±1.3	0.919±1.5	0.1036±1.3	0.854
16.1	0.07	273	68	0.26	32.4	831±10	831±22	0	7.265±1.3	1.268±1.7	0.1376±1.3	0.779
17.1	0.07	375	74	0.20	44.8	840±11	827±21	-2	7.184±1.3	1.279±1.7	0.1392±1.3	0.804
18.1	0.01	429	73	0.18	52.6	859±10	874±18	2	7.014±1.3	1.340±1.5	0.1426±1.3	0.833
19.1	0.07	536	119	0.23	62.3	819±10	841±20	3	7.387±1.3	1.253±1.6	0.1354±1.3	0.792
20.1	0.04	619	82	0.14	74.9	849±10	798±15	-6	7.102±1.3	1.276±1.5	0.1408±1.3	0.869

注:Pb_c 为普通铅的 ^{206}Pb 占全部 ^{206}Pb 的百分比,Pb^*代表放射成因铅，用于校正待测样品并与之同时测定的标准样品的误差为 0.37%(1 σ),普通铅校正采用实测的 ^{204}Pb。

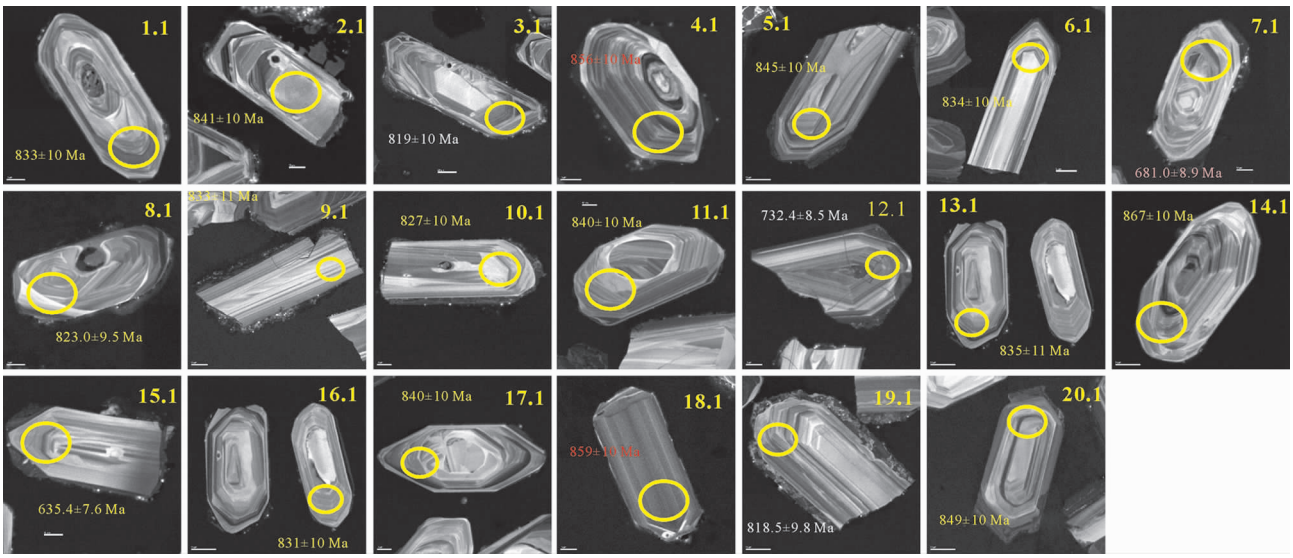


图 5　白岗岩(F1048-1B-2)锆石特征 (CL)

Fig.5　Zircon CL of alaskite (F1048-1B-2)

下江群甲路组凝灰岩锆石年龄 (814.0 ± 6.3) Ma[5],为江南造山带西南段的地层归属提供了直接的年代学证据。近年来,随着江南造山带东部双桥山群凝灰岩发现的新元古代锆石 U-Pb 年龄，特别是 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 年龄(870 Ma[12],)和双桥山群凝灰岩(斑脱岩)SHRIMP U-Pb 年龄(831±5)Ma ~ (829±5)Ma 的标定[13],原来“江南古陆”的中元古代地层随着锆石 U-Pb 年龄的不断发现,使中国地质学家

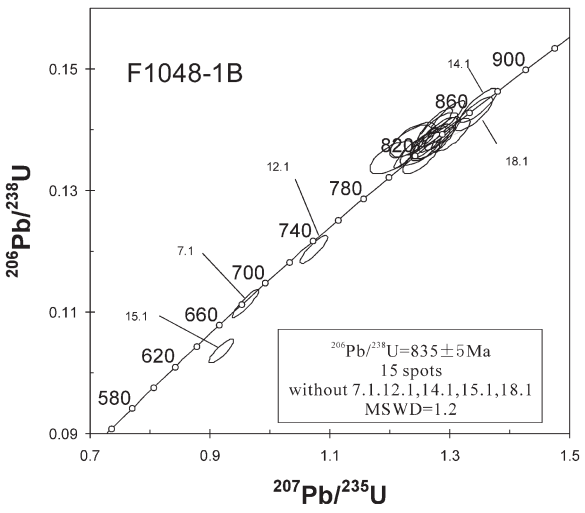


图 6 白岗岩锆石 U-Pb 谐和图

Fig.6 Zircon U-Pb concordia diagram of granite that intruded into Fanjiangshan Group

开始怀疑“江南古陆”是否存在中元古代地层[14-15]。新年龄的意义在于为扬子块体和华夏块体与全球古地理格局的年代证据产生新的认识。在整个“江南古陆”沿着扬子陆块的南缘或东缘发育的一系列岩浆事件在地层中的构造作用，寓意着岩浆事件的启动是构造运动的开始和构造转换的问题。南华系之下似盖层过渡的沉积(下江群、丹州群、板溪群、河上镇群等),其中大量锆石 U-Pb 年龄表明下江群发育在武陵运动之后裂谷阶段。

华南晚前寒武纪构造演化格架中，突出的地质问题是南华系底界的界定和武陵运动及华南裂谷的启动时间并涉及到贵州地区新元古代下江群沉积时间。江南古陆的争论焦点在于新元古代南华系之下，下江群与梵净山群(贵州)、丹州群与四堡群(广西)、板溪群与冷家溪群（湖南）之间存在必然的构造转换。然而,侵入梵净山群的花岗岩是整个江南古陆中启动得最早的岩浆事件的产物,梵净山群(四堡群)斑脱岩锆石 U-Pb (842±6 Ma[4])年龄限定了江南古陆变质基底年龄,因此,裂谷型早期岩浆事件与武陵运动有着必然联系[16-22]。而上覆地层下江群甲路组火山凝灰岩(斑脱岩)锆石 U-Pb(814±6 Ma[5])意味着新元古代(贵州地区下江群)裂谷启动也比湘东北板溪群(802±7 Ma[23])沉积要早得多。总之,新的证据表明,在整个“江南古陆”上沿着扬子陆块的南缘或东缘发育的一些火山岩基本在 835~820 Ma[24],与上覆地层之间动力和构造的转换时间很短[25]。在中国地层格架中，扬子陆块和华夏陆块之间明显带状分布的新元古代浅变质的沉积地层（双桥山群、四堡群、梵净山群、冷家溪群）和一系列岩浆岩中的 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄数据在新年表修正中占有重要的地层位置[26],其地质意义涉及华南地区有无格林威尔造山带同期的产物。

4 结 论

(1) 本文报道的侵入梵净山群白岗岩高精度 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄(835±5 Ma)代表了花岗岩侵位的年龄。

(2)由于梵净山北侧下江群出现大量白岗岩砾岩,因此,确定了下江群时代不老于白岗岩侵位的年代。

(3) 通过侵入梵净山群白岗岩 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄,说明“江南古陆”西段“武陵运动”启动时间最早。

致谢:对北京 SHRIMP 中心刘敦一研究员在测试期间的技术保障以及董春燕数据的处理;宋彪、闫全人、任留东和李锦轶研究员的审阅和讨论;周慧女士高清晰阴极发光照相，张传恒教授和王自强教授及审稿人对本文的修改建议表示感谢。

参考文献(References):

[1] 戴传固, 张慧, 王敏, 等. 江南造山带西南段地质构造特征及其演化[M]. 北京:地质出版社, 2010:1-140.
Dai Chuangu, Zhang Hui, Wang Min, et al. Geological Characteristics and Tectonic Evolution of the Southwestern Segment of the Jiangnan Orogen [M]. Beijing:Geological Publishing House, 2010:1-140(in Chinese).

[2] 张传恒, 刘耀明, 史晓颖, 等. 下江群沉积地质特征及其对华南新元古代构造演化的约束[J]. 地球学报, 2009, 30 (4):495-504.
Zhang Chuanheng, Liu Yaoming, Shi Xiaoying, et al. Sedimentological features of the Xiajiang Group and their constraints on the Neoproterozoic tectonic evolution of South China [J]. Acta Geoscientica Sinica, 2009, 30 (4):495-504(in Chinese with English abstract).

[3] 李献华. 广西北部新元古代花岗岩的锆石 U-Pb 年代学及其构造意义[J]. 地球化学, 1999, 28(4):1-9.
Li Xianhua. U-Pb zircon ages of granites from northern Guangxi and their tectonic signifencance[J]. Geochemica, 1999, 28(4):1-9 (in Chinese with English abstract).

[4] 高林志, 戴传固, 刘燕学, 等. 黔东南—桂北地区四堡群凝灰岩锆石 SHRIMP U-Pb 年龄及其地层意义 [J]. 地质通报, 2010, 29 (9):1259-1268.
Gao Linzh, Dai Chuangu, Liu Yanxue, et al. Zircon SHRIMP U-

Pb dating of tuff bed of the Sibao Group in southeastern Guizhou-northern Guangxi area, China and its stratigraphic implication [J]. Geological Bulletin of China, 2010, 29 (9):1259-1268(in Chinese with English abstract).

[5] 高林志, 戴传固, 刘燕学, 等. 下江群甲路组凝灰岩锆石 SHRIMP U-Pb 年龄及其地层意义[J]. 中国地质, 2010, 37(4):1071-1082.
Gao Linzhi, Dai Chuangu, Liu Yanxue, et al. Zircon SHRIMP U-Pb dating of tuff bed of the Xiajing Group and implication for its stratigraphy [J]. Geology in China. 2010, 37 (4):1071-1082(in Chinese with English abstract).

[6] 宋彪, 张玉海, 万渝生, 等. 锆石 SHRIMP 样品靶制作、年龄测定及有关现象讨论[J]. 地质论评, 2002, 48 (增刊):26-30.
Song Biao, Zhang Yuhai, Wan Yusheng, et al. Mount making and precedure of the SHRIMP dating [J]. Geological Review, 48 (Supp.):26-30(in Chinese).

[7] 刘敦一, 简平, 张旗, 等. 内蒙古图林凯蛇绿岩中埃达克岩 SHRIMP 测年:早古生代洋壳消减的证据[J]. 地质学报, 2003, 77 (3): 317-327.
Liu Dunyi, Jian Ping, Zhang Qi, et al. SHRIMP dating of adakites in the Tulingkai ophiolite, Inner Mongolia:Evidence for the early Paleozoic subduction[J]. Acta Geologica Sinica, 2003, 77 (3):317-327 (in Chinese with English abstract).

[8] Lance P B, Sandra L K, Charlotte M A, et al. TEMORA 1: a new zircon standard for Phanerozoic U-Pb geochronology [J]. Chemical Geology, 2003, 200:155-170.

[9] Lance P Black, Sandra L Kamo, Ian S Williams, et al. The application of SHRIMP to Phanerozoic geochronology; a critical appraisal of four zircon standards [J]. Chemical Geology, 2003, 200: 171-188.

[10] Ludwig K R. SQUID 1.02, a user's manual [R]. Berkeley Geochronology Center Special Publication No. 2. 2455 Ridge Road, Berkeley, CA 94709, USA. 2002.

[11] Stacey J S, Kramers J D. Approximation of terrestrial lead isotope evolution by two-stage model [J]. Earth Planet. Sci. Lett., 1975, 26: 207-221.

[12] Wang Xiaolei, Zhao Guochun, Qi Jianshen, et al. LA-ICPMS U-Pb zircon geochronology of the Neoproterozoic igneous rocks from Northern Guangxi, South China: implications for petrogenesis and tectonic evolution[J]. Precambrian Research, 2006, 145:111-130.

[13] 高林志, 杨明桂, 丁孝忠, 等. 华南双桥山群及河上镇群凝灰岩中的锆石 SHRIMP U-Pb 年龄——对江南新元古代造山带地质演化的制约[J]. 地质通报, 2008, 27(10):1744-1758.
Gao Linzh, Yang Minggui, Ding Xiaozhong, et al. New SHRIMP U-Pb dating for the Shuangqiaoshan Group in South China [J]. Geological Bulletin of China, 2008, 27 (10):1744-1758 (in Chinese with English abstract).

[14] Wang Xiaolei, Zhao guochun, Zhou Jincheng, et al. Geochronology and Hf isotopes of zircon from volcanic rocks of the Shuangqiaoshan Group, southern China:Implications for the Neoproterozoic tectonic evolution of the eastern Jiannan orogen[J]. Gondwana Research, 2008, 14:355-367.

[15] 周金城, 王孝磊, 邱检生. 江南造山带是否格林威尔期造山带[J]. 高校地质学报, 2008, 14 (1):64-72.
Zhou Jincheng, Wang Xiaolei, Qiu Jiansheng. Is the Jiangnan orogenic belt a Grenvillian orogenic belt:Some problems about the Precambrian geology of South China [J]? Geological Journal of China Universities, 2008, 14 (1):64-72 (in Chinese with English abstract).

[16] Li Xianhua, Bogdanova S. V. Collins A S, et al. Assembly, configuration and break-up of history of Rodinia:a synthesis [J]. Precambrian Research, 2008, 160:179-210.

[17] Li Xianhua. Li Zhengxiang. Ge Wenchun, et al. Neoproterozoic granitoids in South China:crustal melting above a mantle plume at ca. 825 Ma[J]? Precambrian Research, 2003, 122:45-83.

[18] Li Xianhua. U-Pb zircon ages of granites from the southern margin of the Yangtze margin: timing of Neoproterozoic Jinning Orogen in SE China and implication for Rodinia assemble [J]. Precambrian Research 1999, 97:43-57.

[19 Li Z X, Zhang L, Powell C McA. South China in Rodinia: part of the missing link between Australia-East Antacticle and Laurentia [J]? Geology, 1995, 23:407-410.

[20] Li Z X, Zhang L H, Powell C McA. Position of the East Asian cratons in the Neoproterozoic supercontinent Rodinia [J]. Aust. J . Earth Sci., 1996, 43 (6): 593-604.

[21] Li Zhengxiang, Li Xianhua, Kinny P D, et al. The breakup of Rodinia:Did it start with a mantle plume beneath South China[J]? Earth Planet Sci. lett., 1999, 173 (3):171-181.

[22] Li Zhengxiang, Li Xianhua, Kinny P D, et al. Geochronology of Neoproterozoic syn-rift magmatism in the Yangtze Craton, South China and correlations with other continents: Evidence for a mantle super plume that broke up Rodinia [J]. Precambrian Research, 2003, 122 (1/4): 85-109.

[23] 高林志, 陈峻, 丁孝忠, 等. 湘东北岳阳地区冷家溪群及板溪群凝灰岩 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄——对武陵运动的制约[J]. 地质通报, 2011, 30(9):1001-1008.
Gao Linzhi, Chen Jun, Ding Xiaozhong, et al. Zircon SHRIMP U-Pb dating of tuff bed of the Lengjiaxi and Banxi groups—constraints on the Wuling Movement [J]. Geological Bulletin of China, 2011, 29 (7):1001-1008(in Chinese with English abstract).

[24] Gao Linzhi, Ding Xiaozhong, Zhang Chuanheng, et al. A revised chronostratigraphic framework of the Metamorphic strata in the Jiangnan Orogenic Belt, South China and its tectonic implications [J]. Acta Geologica Sinica, 2012(in press).

[25] 王剑, 李献华, T Z Dua, 等. 沧水铺火山岩锆石 SHRIMP U-Pb 年龄及"南华系"底界新证据[J]. 科学通报, 2003, 48(46)1726-1731.
Wang Jian, Li Xianhua, Duan T Z, et al. Zircon SHRIMP U-Pb dating for the Cangshuipu volcanic rocks and its implications for the lower boundary age of the Nanhua strata in South China [J]. Chinese Science Bulletin, 2003, 48 (16):1663-1669.

[26] 高林志, 丁孝忠, 庞维华, 等. 中国中—新元古代地层年表的修正——锆石 U-Pb 年龄对地层的制约[J]. 地层学杂志, 2011, 35(1):1-7.
Gao Linzhi, Ding Xiaozhong, Pang Weihua, et al. New geologic tine scale of Meso - and Neoproterozoic of China and geolchronologic constraint by SHRIMP zircon U-Pb dating [J]. Journal of Stratigraphy, 35 (1):1-7 (in Chinese with English abstract).

SHRIMP U–Pb dating of intrusive alaskite in the Fanjigshan Group and alaskite basal conglomerates: constraints on the deposition of the Xiajiang Group

GAO Lin-zhi[1], DAI Chuan-gu[2], DING Xiao-zhong[1],
WANG Min[2], LIU Yan-xue[1], WANG Xue-hua[2], CHEN Jian-shu[2]

(1. *Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing* 100037, *China;* 2. *Institute of Geological Survey, Guizhou Bureau of Geology and Mineral Resources, Guiyang* 550005, *Guizhou, China*)

Abstract: The deposition of the Xiajiang Group represents a new rift in late Neoproterozoic. The determination of the age of the Xiajiang Group is of great importance for the study of the Neoproterozoic tectonic movement. A suite of Neoproterozoic alaskite intruded into the Fanjiangshan Group and was covered by the Xiajiang Group, which developed large quantities of alaskite basal conglomerate. However, the alaskite zircon U-Pb age of 835±5 Ma will constrain the starting time of the deposition of the Xiajiang Group and the upper limit of the deposition of Fanjiangshan Group. Combined with the bentonite zircon U-Pb age of 814±6 Ma of the Jialu Formation in Xiajiang Group and considering the age of the Wuling Movement, the authors hold that the deposition age of the Xiajiang Group is not older than the age of the alaskite basal conglomerates.

Key words: Fanjingshan Group; Alaskite; Xiajiang Group; Wuling Movement; SHRIMP U-Pb

---

About the first author: GAO Lin-zhi, male, born in 1955, senior researcher, engages in the study of biostratigraphy, sequence stratigraphy and event stratigraphy; E-mail: gaolzh@cags.net.cn.